

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 1 050 393 A2**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
08.11.2000 Patentblatt 2000/45

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **B28B 1/08**, B28B 3/02,  
B06B 1/06

(21) Anmeldenummer: 00107426.9

(22) Anmeldetag: 06.04.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 07.05.1999 **DE 19921145** ←

(71) Anmelder:  
Kobra Formen-und Anlagenbau GmbH  
08485 Lengenfeld (DE)

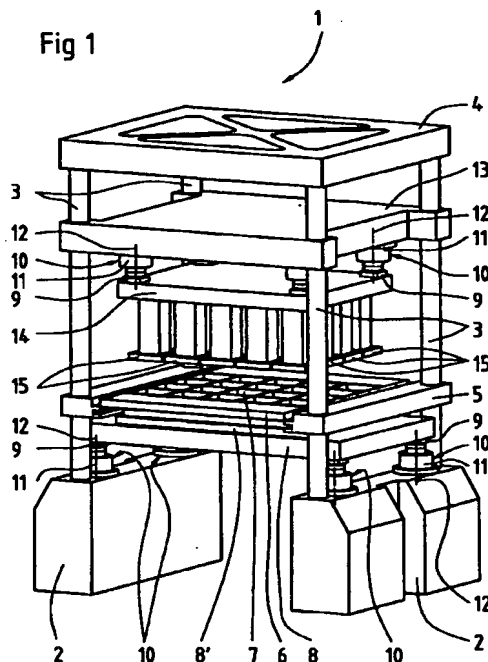
(72) Erfinder:  
• Braungardt, Rudolf  
08485 Pechtelsgrun (DE)  
• Schmucker, Erwin  
89601 Schelklingen (DE)

(74) Vertreter: Komaker, Benno  
Weiherstrasse 8  
89079 Ulm (DE)

**(54) Rüttelantrieb für eine Form**

(57) Der Rüttelantrieb für eine Form (6) zur Herstellung von Betonformkörpern besteht aus vier piezoelektrischen Schwingungserregern (10), die einerseits in den vier Eckbereichen eines Rütteltisches (8) einer Formmaschine (1) angeordnet und andererseits mit dem Maschinengestell (2) verbunden sind. Auf dem Rütteltisch (8) ist in bekannter Weise eine vertikal bewegliche Form (6) mit mehreren, oben und unten offenen Formnestern (7) abgesetzt. Nach dem Befüllen der Formnester (7) mit Betonmasse werden die Schwingungserreger (10) durch Anlegen einer Spannung aktiviert und in Rüttelschwingungen versetzt, die sich auf den Rütteltisch (8) und die Form (6) übertragen. Die Schwingungserreger (10) sind mit einem Mikroprozessor (26) elektrisch verbunden, der beispielsweise die Schwingfrequenz und andere Parameter des Rüttelantriebes durch entsprechende, vorwählbare Computerprogramme steuert. Die Verwendung der piezoelektrischen Schwingungserreger (10) ermöglicht einen Rüttelantrieb, der auf einfache Art und Weise den unterschiedlichen Betriebsbedingungen optimal angepaßt werden kann, um dadurch die Qualität des Endproduktes zu verbessern.

Fig 1



EP 1 050 393 A2

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Rüttelantrieb für eine Form, insbesondere zur Herstellung von Betonformkörpern, die auf einen Rütteltisch abgesetzt und mit fließfähigem Beton gefüllt wird.

**[0002]** Für derartige Rüttelantriebe werden in der Regel Exzenter- und Unwucht-Motoren eingesetzt, die den Rütteltisch der Formmaschine in Schwingungen versetzen. Dadurch wird die auf dem Rütteltisch aufliegende, oben und unten offene Form ebenfalls in Schwingungen versetzt und gerüttelt, um die in die Formnester eingefüllte Betonmasse möglichst gleichmässig zu verdichten. Während des Rüttelvorganges wird die offene Oberseite der Form mit Hilfe von vertikal beweglichen Druckplatten, die von oben in die Formnester eintauchen und auf die Betonmasse drücken, verschlossen.

**[0003]** Nachteilig bei diesen bekannten Ausführungen ist, dass die mechanischen Unwucht-Motoren weitgehend unkontrollierte Rüttelbewegungen erzeugen, die zu Beschädigungen und frühzeitigen Verschleisserscheinungen der Form führen. Aus diesem Grund müssen Form und Rütteltisch sehr stabil und damit aufwendiger gebaut werden. Ausserdem sind Maschine und Form in schwingungstechnischer Hinsicht oftmals nicht optimal aufeinander abgestimmt. Das gleiche gilt auch für die in die Form eingefüllte Betonmasse, die je nach Art, Volumen, Körnung, Feuchtigkeit, spezifisches Gewicht usw. unterschiedliche Schwingungs-Parameter, wie z.B. Schwingfrequenz, Schwingungsdauer, Schwingungsweg, Schwingungsrichtung usw. erfordert. Derartige Abstimmungsfehler führen zu einer ungleichmässigen Befüllung der Formnester und einer ungleichmässigen Verdichtung der Betonmasse innerhalb der Form. Die Folge davon ist eine mangelhafte Qualität der fertigen Formteile. Die stärker dimensionierte Form und der relativ schwere Rütteltisch erfordern auch eine wesentlich höhere Rüttelenergie.

**[0004]** Durch die DE-OS 38 37 686 ist ein räumliches Schwingssystem bekannt geworden, in dem eine mit Betonmasse gefüllte Form zur Herstellung von Betonformkörpern in Resonanzschwingung gehalten wird. Hierzu wird die Form über Tragfedern am Maschinengestell abgestützt und mittels Schwingungserregern in Form von Unwucht-Motoren in Schwingungen versetzt. Mit Hilfe von Sensoren werden die Parameter Steifigkeit und Dämpfung der Tragfedern abgetastet und die Resonanzfrequenz des Schwingensystems gemessen und in einem Mikroprozessor überwacht. Sobald die Resonanzfrequenz über- oder unterschritten wird, erfolgt eine entsprechende Korrektur durch Veränderung der Tragfeder-Parameter, um das Schwingensystem in der gewünschten Resonanzfrequenz zu halten. Dadurch sollen optimale Schwingungsbedingungen bei niedriger Eingangsleistung geschaffen werden.

**[0005]** Dieser bekannte, nicht realisierte Vorschlag hat den Nachteil, dass als Schwingungserreger immer

noch die herkömmlichen, mechanischen Unwucht-Motoren verwendet werden, die sich zur Regelung der Erregerfrequenz nicht besonders gut eignen. Der bautechnische Aufwand, der zur Regelung der Erregerfrequenz durch Veränderung der Tragfeder-Parameter benötigt wird, ist sehr gross. Zu Beginn und am Ende des Rüttelvorganges durchfährt der mechanische Unwuchtmotor einen Drehzahlbereich von Null bis Maximum und wieder zurück. Dabei werden kurzzeitig einzelne Teile bzw. Teilegruppen in Eigenfrequenz erregt. Dies führt zu Beschädigungen und zusätzlichem Lärm. Ausserdem wird die Taktzeit der Maschine verlängert.

**[0006]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Rüttelantrieb der eingangs erwähnten Art zu schaffen, der entsprechend den unterschiedlichen Anforderungen der Praxis auf einfache Art und Weise verstellbar ist, um ein optimales Schwingungsverhalten der Form und damit eine hohe Qualität des Endproduktes zu gewährleisten.

**[0007]** Gemäss der Erfindung wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass der Rüttelantrieb aus mindestens einem piezoelektrischen, Schwingungserreger besteht, dessen feststehendes Teil mit dem Maschinengestell und das Schwingteil mit dem Rütteltisch verbunden ist.

**[0008]** Zur direkten Übertragung der Schwingungen steht das Schwingteil des Schwingungserregers mit einem Piezoelement in Verbindung, das im feststehenden Teil des Schwingungserregers frei schwingbar eingespannt ist.

**[0009]** Um einen optimalen Schwingungsweg der Form zu erreichen kann der Schwingungserreger mit einem Wegübersetzer verbunden sein.

**[0010]** Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung ist der Wegübersetzer dadurch gekennzeichnet, dass am Piezoelement ein Kolben befestigt ist, der über eine Hydraulikflüssigkeit mit einem zweiten, kleineren oder grösseren Kolben in Antriebsverbindung steht, wobei der zweite Kolben am Schwingteil des Schwingungserregers befestigt ist. Dabei kann die Abwärtsbewegung des zweiten Kolbens, die durch die Saugkraft des ersten Kolbens hervorgerufen wird, durch eine Rückholfeder unterstützt werden.

**[0011]** Vorteilhafterweise besteht das Piezoelement des Schwingungserregers aus Keramik.

**[0012]** Zur Erzielung einer einfachen, vertikalen Rüttelbewegung der Form ist in den vier Eckbereichen des viereckigen Rütteltisches je ein Schwingungserreger mit vertikaler Schwingrichtung angeordnet.

**[0013]** Um ein räumliches Schwingen der Form und unterschiedliche Schwingrichtungen zu ermöglichen, ist in den vier Eckbereichen des Rütteltisches je ein Schwingungserreger angeordnet, dessen Längsachse, die gleichzeitig die Schwingrichtung ist, mit der Horizontalen und der Vertikalen einen Winkel einschliesst. Vorzugsweise beträgt der Winkel 45°.

**[0014]** Voraussetzung für das räumliche Schwingen der Form ist, dass die Schwingungserreger über sphäri-

sche Lager mit dem Rütteltisch und/oder mit dem Maschinengestell verbunden sind. Vorzugsweise bestehen die Lager aus Kugelgelenken.

[0015] Bei einer Form mit den Formnestern zugeordneten Druckplatten, die durch Hubelemente vertikal bewegbar sind und von oben auf die in die Formnester eingefüllte Betonmasse drücken, sind zur Verstärkung der Rüttelbewegung ein oder mehrere Schwingungserreger zwischen den Hubelementen und den Druckplatten angeordnet. Auf diese Weise wird eine zusätzliche Rüttelwirkung über die Druckplatten auf die Betonmasse ausgeübt und die Verteilung und Verdichtung der Betonmasse in den Formnestern weiter verbessert.

[0016] Um eine optimale Rüttelwirkung zu erhalten und diese den unterschiedlichen Betriebsbedingungen anpassen zu können, sind die Parameter des Rüttelantriebes, wie Schwingfrequenz und/oder Schwingungsdauer und/oder Schwingungsweg und/oder Schwingrichtung und/oder die Anzahl der aktivierten Schwingungserreger veränderbar. Hierzu sind die Schwingungserreger mit einem Mikroprozessor verbunden, der ein oder mehrere vorwählbare Programme zur Einstellung der erforderlichen Parametergrößen des Rüttelantriebes enthält.

[0017] Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung sind die Schwingungserreger einzeln oder in Gruppen steuerbar.

[0018] Weitere Merkmale und Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

[0019] Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass der erfindungsgemässe Einbau von piezoelektrischen Schwingungserregern die Möglichkeit bietet, den Rüttelantrieb den unterschiedlichen Betriebsbedingungen so anzupassen, dass je nach Produkt immer eine optimale Füllung und Verdichtung der Betonmasse und damit eine gute Qualität des Produktes gewährleistet ist. Die Ablösung der herkömmlichen, aufwendigen Unwucht-Motoren durch den erfindungsgemässen piezoelektrischen Rüttelantrieb macht es möglich, die gewünschte Erregerfrequenz sofort und auf relativ einfache Art und Weise zu erzeugen. Die erforderliche Rüttelenergie und die Lärmbelästigung werden verringert. Ausserdem können die bei den herkömmlichen Rüttelverfahren zwischen Rütteltisch und Rütteltischgestell angeordneten Schwingmetall-Lager, die einen grossen Teil der Erregerfrequenz absorbieren, bei der erfindungsgemässen Ausführung entfallen. Da die Schwingungserreger gleichzeitig auch der Abstützung des Rütteltisches dienen, entsteht unterhalb der Form ein Freiraum, der beispielsweise für das Einfahren von Formkernen oder Aussparungskörpern in die Form genutzt werden kann.

[0020] Die Erfindung ist in der folgenden Beschreibung und der Zeichnung, die zwei Ausführungsbeispiele darstellt, näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Formmaschine mit einem Rüttelantrieb für eine verti-

kal schwingende Form,

Fig. 2 eine Vorderansicht der Formmaschine nach Fig. 1,

Fig. 3 einen Längsschnitt durch einen Schwingungserreger in vergrösserter Darstellung,

Fig. 4 eine perspektivische Ansicht einer Formmaschine mit einem Rüttelantrieb für eine räumlich schwingende Form,

Fig. 5 ein schematisches Blockschaltbild der elektronischen Schwingungserreger-Steuerung,

Fig. 6 eine Vorderansicht der Formmaschine mit einer anderen Ausführungsform der Erfindung und

Fig. 7 einen Schnitt gemäss der Linie VII - VII in Fig. 6.

[0021] Eine Formmaschine 1 zur Herstellung von Betonformkörpern besteht aus einem Maschinengestell 2 mit vier vertikalen Führungssäulen 3, die an ihrem oberen Ende durch eine Platte 4 miteinander verbunden sind (Fig. 1). Auf den Führungssäulen 3 ist eine Formträgerplatte 5 mit einer Form 6, die oben und unten offene Formnester 7 trägt, vertikal beweglich gelagert. Über nicht dargestellte Hydraulikzylinder ist die Form 6 in bekannter Weise auf- und abbewegbar und auf einen Rütteltisch 8 bzw. ein auf dem Rütteltisch liegendes Brett 8' absetzbar. An der Unterseite des rechteckigen Rütteltisches 8 ist jeweils in den vier Eckbereichen ein Schwingteil 9 eines piezoelektrischen keramischen Schwingungserregers 10 befestigt, dessen feststehendes Teil 11 mit dem Maschinengestell 2 verbunden ist. Nach dem Befüllen der Formnester 7 werden die Schwingungserreger 10 durch Anlegen einer Wechselspannung erregt und in eine hinund hergehende Schwingbewegung versetzt, die sich auf den Rütteltisch 7 und die darauf liegende Form 6 überträgt. Die Längsachse 12 der Schwingungserreger 10, die gleichzeitig die Schwingrichtung der Schwingteile 9 bedeutet, ist vertikal ausgerichtet, so dass der Rütteltisch 8 gegenüber dem Maschinengestell 2 in eine oszillierende Auf- und Abbewegung versetzt wird. Die Folge davon ist eine gleichmässige Verdichtung der Betonmasse in den Formnestern 7.

[0022] Oberhalb der Form 6 ist eine Stempelplatte 13 auf den Führungssäulen 3 vertikal beweglich gelagert und durch nicht dargestellte Hubelemente in Form von Hydraulikzylindern in bekannter Weise angetrieben. An der Unterseite der rechteckigen Stempelplatte 13 ist jeweils in den vier Eckbereichen ein Schwingungserreger 10 mit seinem feststehenden Teil 11 befestigt, während das Schwingteil 9 mit einer Halteplatte 14 verbunden ist. An der Unterseite der Halteplatte 14 sind

mehrere Druckplatten 15 angeordnet, die jeweils den einzelnen Formnestern 7 der Form 6 zugeordnet sind. Durch Absenken der Stempelplatte 13 tauchen die Druckplatten 15 in die Formnester 7 ein und drücken auf die eingefüllte Betonmasse. Durch Anlegen einer Spannung an die Schwingungserreger 10 werden die Druckplatten 15 in vertikale Schwingungen versetzt, die sich auf die Betonmasse übertragen. Auf diese Weise wird zusätzlich zur Rüttelbewegung des Rütteltisches 8 eine weitere Rüttelwirkung durch die Druckplatten 15 auf die Betonmasse ausgeübt, so dass eine noch bessere Verteilung und Verdichtung in den Formnestern erzielt wird.

[0023] Jeder Schwingungserreger 10 weist ein an sich bekanntes Piezoelement 16 in Form einer keramischen Platte auf, die in dem als Gehäuse ausgebildeten feststehenden Teil 11 des Schwingungserregers 10 frei schwingbar eingespannt und mit einer elektrischen Wechselspannung beaufschlagbar ist (Fig. 3). Mit dem Piezoelement 16 ist ein Kolben 17 fest aber auswechselbar verbunden, der in einem mit Hydraulikflüssigkeit gefüllten Zylinderraum 18 des feststehenden Teils 11 vertikal beweglich geführt ist. An den Zylinderraum 18 schliesst sich nach oben ein zweiter Zylinderraum 18' mit einem kleineren Durchmesser an. Im Zylinderraum 18', der sich ebenfalls im feststehenden Teil 11 des Schwingungserregers 10 befindet, ist ein zweiter Kolben 19 vertikal beweglich geführt. Der zweite, gegenüber dem ersten Kolben 17 im Durchmesser kleinere Kolben 19 ist mit dem Schwingteil 9 des Schwingungserregers 10 fest verbunden.

[0024] Wird an das Piezoelement 16 eine Wechselspannung angelegt, so entstehen durch die Ausdehnung des Piezoelements 16 vertikale Bewegungsimpulse, die über den Kolben 17 auf die Hydraulikflüssigkeit und den zweiten Kolben 20 und damit auf das Schwingteil 9 übertragen werden. Auf diese Weise wird das Schwingteil 9 und damit auch der Rütteltisch 8, an dem das Schwingteil 9 befestigt ist, in vertikale Schwingungen versetzt. Bei der Abwärtsbewegung des Kolbens 17 entsteht zwischen Kolben 17 und Kolben 19 eine Saugkraft, die durch eine auf den Kolben 19 wirkende Rückholfeder 20 unterstützt wird.

[0025] Die Kolben 17 und 19 bilden einen hydraulischen Wegübersetzer, mit dem der Schwingweg der Form gegenüber dem Schwingungsausschlag des Piezoelements 16 vergrößert oder verkleinert werden kann. Da im Ausführungsbeispiel der zweite Kolben 19 einen kleineren Durchmesser als der Kolben 17 hat, wird dadurch der Schwingweg der Form vergrößert.

[0026] Wird der Schwingungserreger 10 ohne Wegübersetzer betrieben, so entfällt die Hydraulikflüssigkeit in den Zylinderräumen 18, 18' und zwischen den beiden Kolben 17 und 19 besteht eine feste Verbindung. In diesem Fall werden die Schwingbewegungen des Piezoelements 16 in beiden Richtungen direkt auf das Schwingteil 9 übertragen. Die Rückholfeder 20 kann entfallen.

[0027] Die Fig. 4 der Zeichnung zeigt ein Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem die Schwingungserreger 10 nicht vertikal, sondern unter einem räumlichen Winkel zur Horizontalen und zur Senkrechten angeordnet sind. Hierzu weist das Maschinengestell 2 in den Eckbereichen vier Konsolen 21 auf, an deren oberen Enden 22 jeweils das feststehende Teil 11 des Schwingungserregers 10 befestigt ist. Das Schwingteil 9 des Schwingungserregers 10 ist an entsprechenden Aufnahmeplatten 23 des Rütteltisches 8 angelenkt. Die oberen Enden 22 der Konsolen 21 sind derart nach unten abgewinkelt, dass bei Befestigung des Schwingungserregers 10 dessen Längsachse 12, die gleichzeitig auch die Schwingrichtung des Schwingteiles 9 ist, unter einem räumlichen Winkel  $\alpha$  von 45° zur Senkrechten und zur Horizontalen verläuft. Dadurch wird bei Anlegen einer Spannung an die Schwingungserreger 10 ein räumliches Schwingen des Rütteltisches 8 mit einer entsprechend verstärkten Rüttelwirkung auf die Form 6 ermöglicht. Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass die feststehenden Teile 11 der Schwingungserreger 10 an den Konsolen 21 und die Schwingteile 9 an den Aufnahmeplatten 23 des Rütteltisches 8 in Kugelgelenken 24 sphärisch gelagert sind.

[0028] Bei der Ausführung gemäss Fig. 4 wurde der Einfachheit halber auf die Anordnung von Schwingungserregern 10 zwischen der Stempelplatte 13 und den Druckplatten 15 verzichtet. Die Druckplatten 15 sind deshalb fest mit der Stempelplatte 13 verbunden.

[0029] In Fig. 5 ist ein schematisches Blockschaltbild einer elektronischen Steuerung der Schwingungserreger 10 dargestellt. Mit Hilfe von Frequenzreglern 25, die über einen Mikroprozessor 26 in bekannter Weise ansteuerbar sind, kann die Schwingfrequenz der einzelnen Schwingungserreger 10, beispielsweise je nach Art der in die Formnester 7 eingefüllten Betonmasse, verändert werden. Auch weitere Parameter des Rüttelantriebes, wie z.B. Schwingungsdauer, Schwingungsweg, Schwingungsrichtung und Anzahl der aktivierten Schwingungserreger können durch entsprechende, vorwählbare Computerprogramme in bekannter Weise vom Mikroprozessor 26 aus automatisch gesteuert werden. Soll beispielsweise ein unsymmetrischer Betonformkörper, z. B. mit einem winkelförmigen Querschnitt, hergestellt werden, so befindet sich auf einer Seite des Formnestes 7 eine grössere Menge Betonmasse als auf der gegenüberliegenden Seite. Um eine gleichmässige Verdichtung der Betonmasse zu erhalten, muss auf der Seite der grösseren Betonmasse eine grössere Rüttelenergie aufgewendet werden. Dies kann dadurch erreicht werden, dass im Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 beispielsweise nur einer oder beide Schwingungserreger 10, die auf der Seite der grösseren Betonmasse sind, aktiviert werden und die übrigen Schwingungserreger nicht oder mit einer kleineren Schwingfrequenz betrieben werden. Dadurch lässt sich die Schwingungsrichtung und der Schwingweg in der gewünschten Weise verändern.

[0030] Es besteht auch die Möglichkeit, zur Über-

wachung des Schwingverhaltens an der Form Sensoren anzubringen, mit denen die Schwingungsdaten aufgenommen und zur Steuerung der Schwingungserreger an den Mikroprozessor weitergegeben werden. Dadurch entsteht ein echtzeitfähiges, adaptives Regelsystem, das sich computergesteuert oder selbstregelnd an die jeweiligen Betriebsbedingungen anpassen kann. Die Piezoelektronik kann dabei sowohl als Sensor und auch als Aktor dienen.

[0031] Ein anderes Ausführungsbeispiel, bei der die Schwingungserreger 10 eine Klopfwirkung auf die Form 2 bzw. das Formbrett 8' ausüben, ist in den Fig. 6 und 7 dargestellt. Der Rütteltisch 8 besteht bei dieser Ausführung aus drei parallelen, mit Abstand nebeneinander angeordneten Längsträgern 27, die einen Rüttelrahmen 28 bilden. Der Rüttelrahmen 28 ist mit den Schwingteilen 9 der Schwingungserreger 10 fest verbunden und weist drei auf den Längsträgern 27 befestigte Rüttelleisten 29 auf. Die Rüttelleisten 29 verlaufen quer zu den Längsträgern 27 und sind mit Abstand von einander angeordnet. Die Oberseiten der Rüttelleisten 29 bilden eine gemeinsame Rüttel Ebene 30, die etwas unterhalb einer Auflageebene 31 für das Formbrett 8' liegt.

[0032] Zur Auflage des Formbrettes 8' sind sechs Auflageleisten 32 vorgesehen, die mit Abstand von einander angeordnet sind und parallel zu den Rüttelleisten 29 verlaufen. Die Auflageleisten 32 sind über Stützkörper 33 mit vier parallel zu den Längsträgern 27 des Rüttelrahmens 28 verlaufenden Trägern 34 eines Auflagerahmens 35 verbunden, der sich unterhalb des Rüttelrahmens 28 befindet und am Maschinengestell 2 befestigt ist. Die Anordnung ist so getroffen, dass jeweils zwischen einem Paar Auflageleisten 32, deren Stützkörper 33 nach unten durch den Rüttelrahmen 28 hindurchgeführt sind, je eine Rüttelleiste 29 angeordnet ist, wobei sich die Längsträger 27 des Rüttelrahmens 28 zwischen den Trägern 34 und den quer dazu verlaufenden Auflageleisten 32 befinden. Die Oberseiten der Auflageleisten 32 bilden dabei die Auflageebene 31 für das Formbrett 8'.

[0033] Beim Einschalten des Rüttelantriebes werden die Rüttelleisten 29 durch die Schwingungserreger 10 entsprechend der Rüttelfrequenz auf und abbewegt. Der vertikale Abstand zwischen der Rüttel Ebene 30 und der Auflageebene 31 ist so gewählt, dass die Rüttelleisten 29 in ihrer obersten Position auf die Unterseite des Formbrettes 8' schlagen und damit die gewünschte Klopfwirkung auf die Form 6 erzeugen. Dabei kann der Abstand zwischen Rüttel Ebene 30 und Auflageebene 31 in bekannter Weise, beispielsweise durch eine Höhenverstellung der Rüttelleisten 29, verändert werden. Das bedeutet, dass beispielsweise bei einer grösseren Schwingungsamplitude auch der Abstand zwischen den Ebenen 30 und 31 grösser sein muss.

[0034] Die erfindungsgemässe Rüttleinrichtung gemäss Fig. 6 und 7 hat den Vorteil, dass durch die Klopfwirkung der Rüttelleisten 29 bei bestimmten

Bedingungen, beispielsweise bei einem geringen Feuchtigkeitsanteil im Beton, eine bessere Verdichtung und eine Reduzierung der Rüttlerzeit erzielt wird. Durch die gitterartige Konstruktion des Rüttelrahmens 28 und des Auflagerahmens 31 können Betonreste ungehindert nach unten fallen. Dadurch wird die Verschmutzungsgefahr der Formmaschine erheblich verringert.

#### Patentansprüche

1. Rüttelantrieb für eine Form, insbesondere zur Herstellung von Betonformkörpern, die auf einen Rütteltisch abgesetzt und mit fließfähigem Beton gefüllt wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Rüttelantrieb aus mindestens einem piezoelektrischen Schwingungserreger (10) besteht, dessen feststehendes Teil (11) mit dem Maschinengestell (2) und das Schwingteil (9) mit dem Rütteltisch (8) verbunden ist.
2. Rüttelantrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Schwingteil (9) des Schwingungserregers (10) mit einem Piezoelement (16) in Verbindung steht, das im feststehenden Teil (11) des Schwingungserregers (10) frei schwingbar eingespannt ist.
3. Rüttelantrieb nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwingungserreger (10) mit einem Wegübersetzer verbunden ist.
4. Rüttelantrieb nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass am Piezoelement (16) ein Kolben (17) befestigt ist, der über eine Hydraulikflüssigkeit mit einem zweiten, grösseren oder kleineren Kolben (19) verbunden ist, wobei der zweite Kolben (19) am Schwingteil (9) des Schwingungserregers (10) befestigt ist.
5. Rüttelantrieb nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Abwärtsbewegung des Kolbens (19) durch eine Rückholfeder (20) unterstützt wird.
6. Rüttelantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Piezoelement (16) des Schwingungserregers (10) aus Keramik besteht.
7. Rüttelantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass in den vier Eckbereichen des Rütteltisches (8) je ein Schwingungserreger (10) mit vertikaler Schwingrichtung angeordnet ist.
8. Rüttelantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass in den vier Eckbereichen des Rütteltisches (8) je ein Schwingungserreger (10) angeordnet ist, dessen Längsachse (12),

die gleichzeitig die Schwingachse ist, mit der Senkrechten und der Horizontalen einen Winkel ( $\alpha$ ) einschliesst.

9. Rüttelantrieb nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Winkel ( $\alpha$ ) 45° beträgt. 5
10. Rüttelantrieb nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwingungserreger (10) über sphärische Lager mit dem Rütteltisch (8) und/oder dem Maschinengestell (2) verbunden sind. 10
11. Rüttelantrieb nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Lager aus Kugelgelenken (24) bestehen. 15
12. Rüttelantrieb, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 11, mit den Formnestern der Form zugeordneten Druckplatten, die durch Hubelemente vertikal beweglich sind und von oben auf die in die Formnester eingefüllte Betonmasse drücken, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Hubelementen und den Druckplatten (15) ein oder mehrere Schwingungserreger (10) angeordnet sind. 25
13. Rüttelantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Parameter des Rüttelantriebes, wie Schwingfrequenz und/oder Schwingungsdauer und/oder Schwingungsweg und/oder Schwingungsrichtung und/oder die Anzahl der aktivierten Schwingungserreger (10) veränderbar sind. 30
14. Rüttelantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwingungserreger (10) mit einem Mikroprozessor (26) verbunden sind, der ein oder mehrere vorwählbare Programme zur Einstellung der erforderlichen Parametergrößen des Rüttelantriebes enthält. 35
15. Rüttelantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwingungserreger (10) einzeln oder in Gruppen steuerbar sind. 40
16. Rüttelantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Rütteltisch (8, 28) einen oder mehrere Durchbrüche aufweist, durch die ein oder mehrere Stützkörper (33) berührungsfrei hindurchgeführt sind, wobei die oberen Enden der Stützkörper (33) eine Auflageebene (31) für ein Formbrett (8') bilden. 45
17. Rüttelantrieb nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Stützkörper (33) auf einem Auflagerahmen (35) befestigt sind, der mit dem Maschinengestell (2) fest verbunden ist. 50

18. Rüttelantrieb nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Auflageebene (31) etwas über der Rüttelenebene (30) des Rütteltisches (8, 28) liegt.

19. Rüttelantrieb nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Höhe der Auflageebene (31) entsprechend der Rüttelfrequenz des Rütteltisches (8, 28) einstellbar ist.

20. Rüttelantrieb nach einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Rütteltisch (8) aus einem Rüttelrahmen (28) mit mehreren Rüttelleisten (29) besteht, deren Oberseiten die etwas unterhalb der Auflageebene (31) liegende Rüttelenebene (30) bilden und die Auflageebene (31) durch mehrere Auflageleisten (32) gebildet wird, die parallel zwischen den Rüttelleisten (29) des Rüttelrahmens (28) verlaufen und am oberen Ende der Stützkörper (33) des Auflagerahmens (35) befestigt sind, wobei die Stützkörper (33) zwischen Längsträgern (27) des Rüttelrahmens (28) durch diesen hindurch nach oben geführt sind.

Fig 1

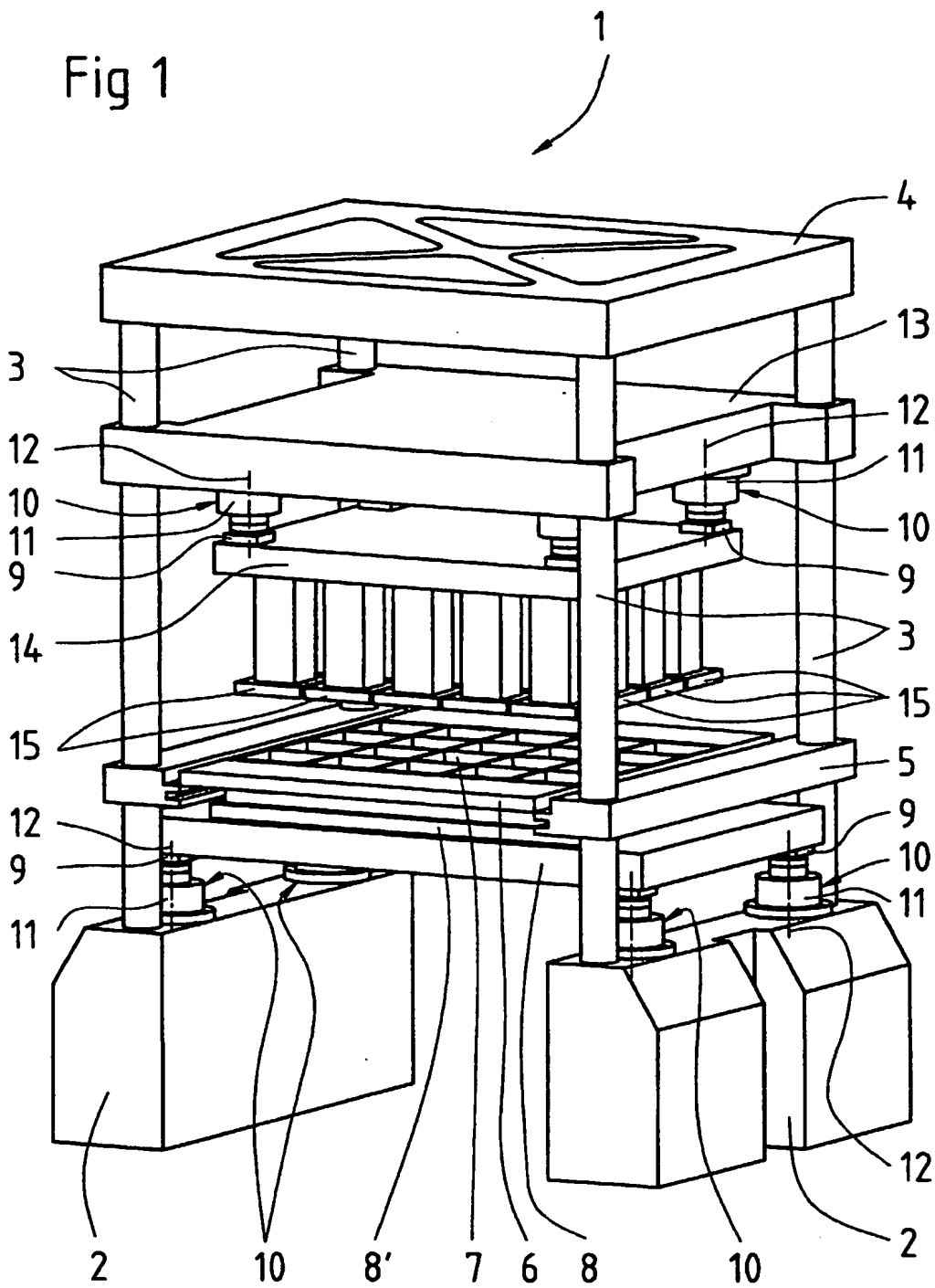
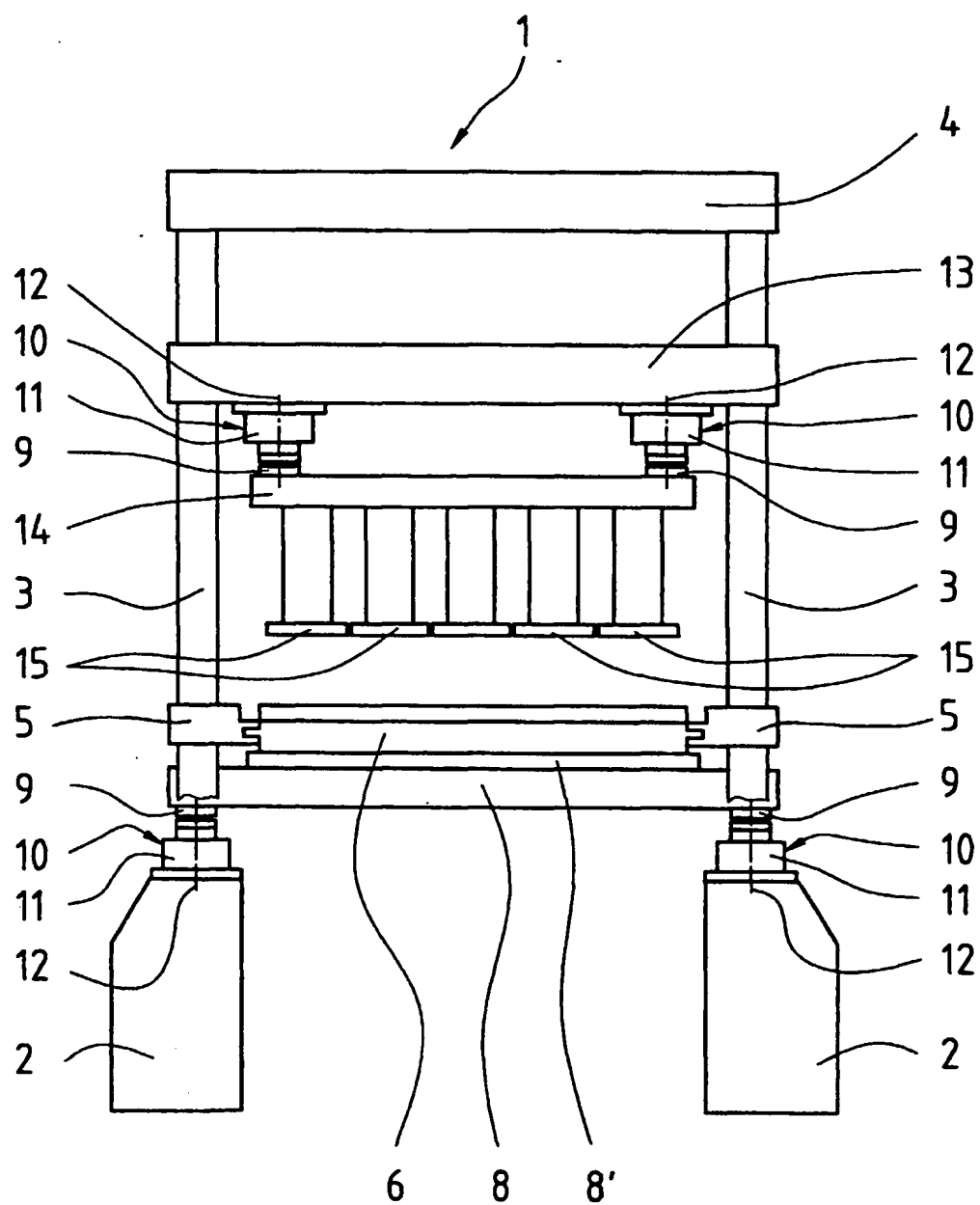


Fig 2





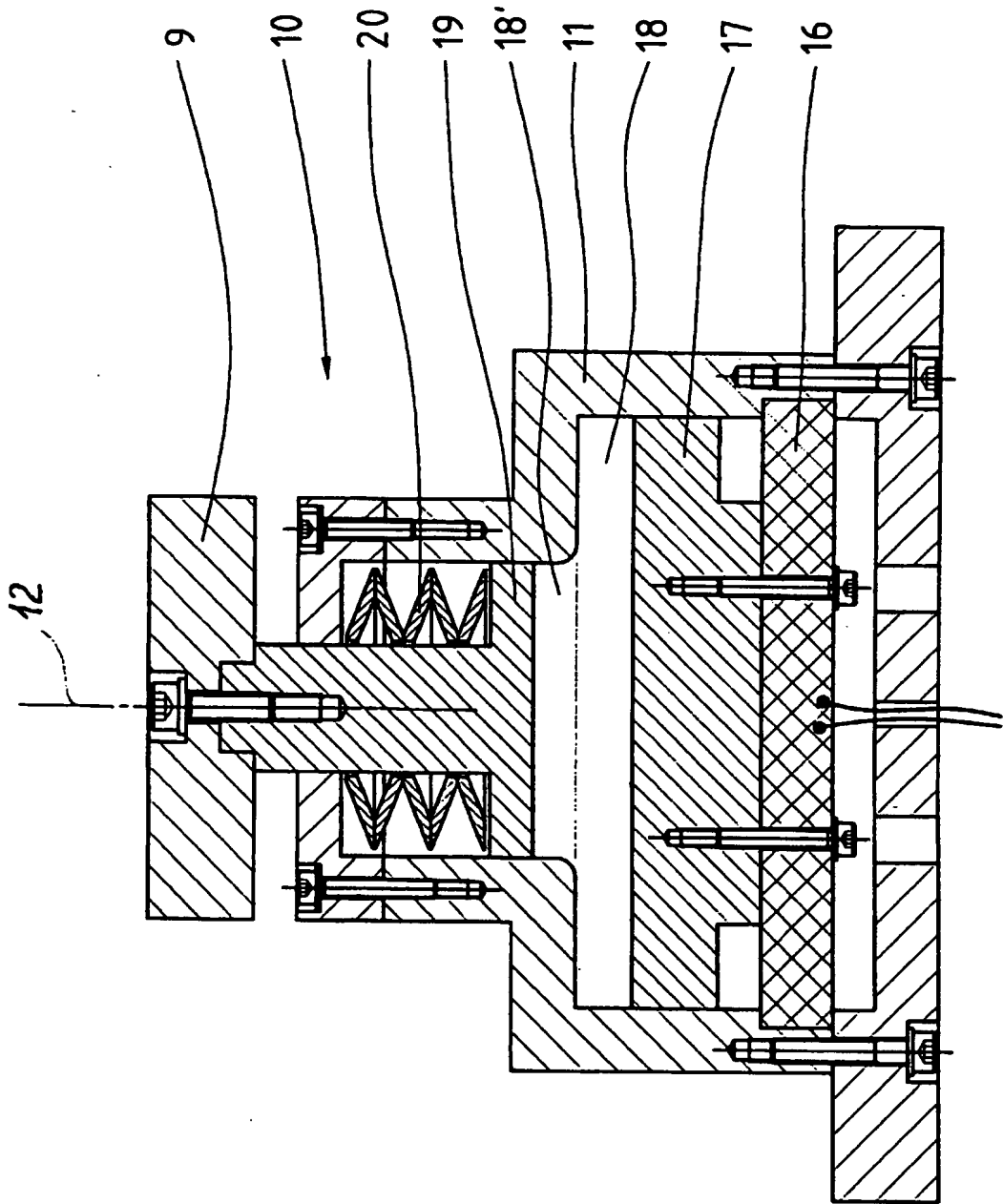


Fig 3

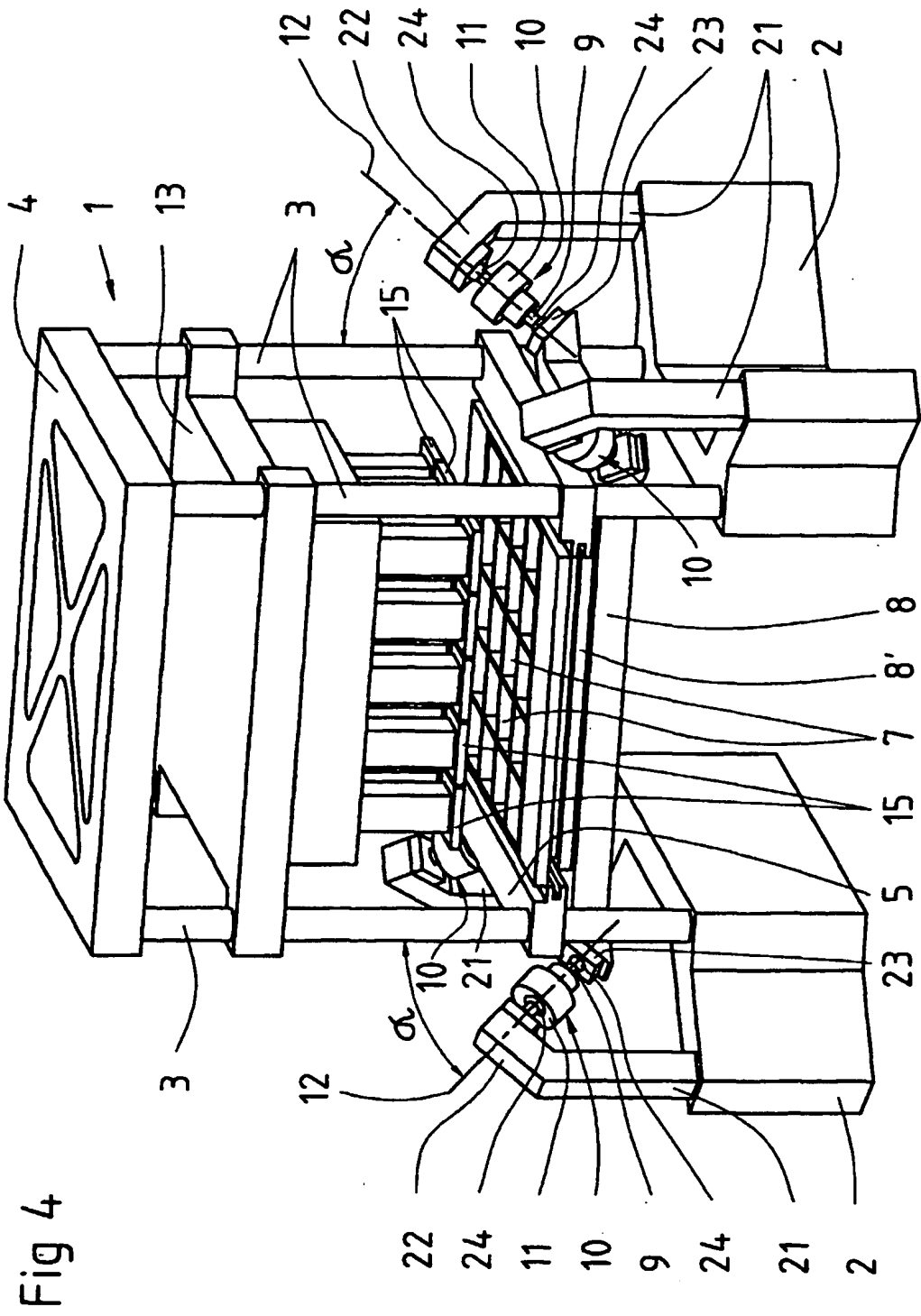


Fig 5

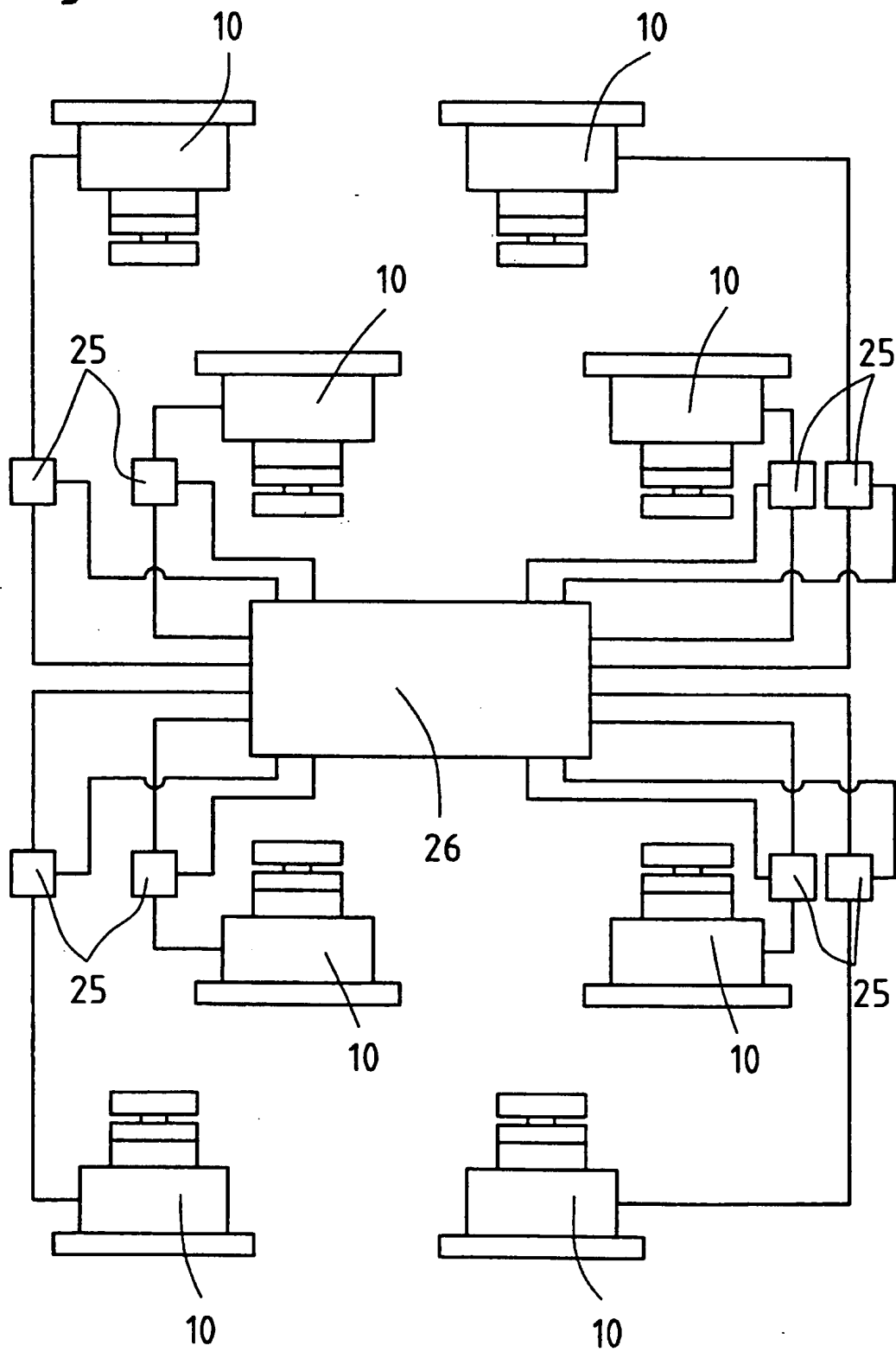


Fig 6

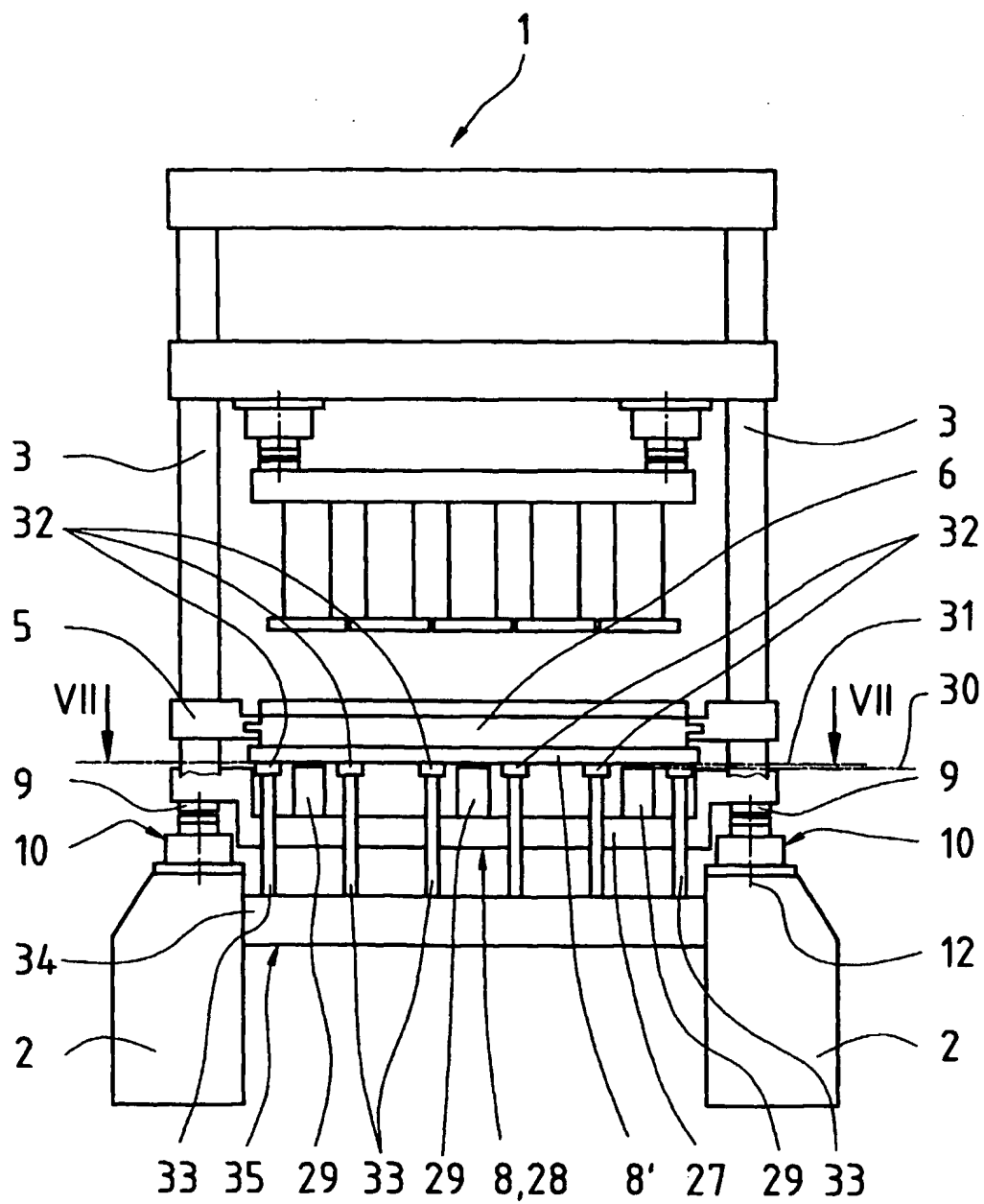


Fig 7

